
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Semester Examination
Academic Session 2007/2008

June 2008

ZCT 532/4 – Radiation Physics
[Ilmu Fizik Sinaran]

Duration: 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **SIX** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instruction: Answer all **FIVE** questions. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English.

Arahan: Jawab semua **LIMA** soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

Answer all FIVE questions.

Jawab Kesemua **LIMA** soalan.

1. (a) Write short notes on the following:
Tulis nota ringkas tentang perkara berikut:

- (i) Electron capture
Tawanan elektron
- (ii) Auger electrons
Elektron Auger
- (iii) Internal conversion
Penukaran dalaman

(30/100)

- (b) A radioactive sample consists of a mixture of ^{35}S and ^{32}P . Initially, 5 % of the activity is due to the ^{35}S and 95 % due to the ^{32}P . At what subsequent time will the activities of the two nuclides in the sample be equal?

(^{32}P decays to ^{32}S with a half-life of 14.29 days;

for ^{35}S , $t_{1/2} = 87.44$ days)

Suatu sampel radioaktif mengandungi campuran ^{35}S dan ^{32}P . Pada mulanya, 5 % daripada keaktifan disumbangkan oleh ^{35}S dan 95 % daripada ^{32}P . Tentukan masa bila mana keaktifan kedua-dua nuklid dalam sampel mempunyai nilai yang sama?

(^{32}P mereput kepada ^{32}S dengan separuh-hayat 14.29 hari;

^{35}S mereput dengan separuh-hayat 87.44 hari)

(30/100)

- (c) With the help of a graph to show how the parent and daughter nuclides change with time, describe secular and transient equilibrium.

Berbantukan graf yang sesuai untuk menunjukkan bagaimana nuklid induk dan nuklid anak berubah dengan masa, bincangkan maksud keseimbangan sekular dan keseimbangan fana.

(40/100)

2. (a) Explain why the range of an electron in matter is more poorly defined than that of a heavy charged particle.

Terangkan kenapa julat elektron dalam jirim tidak begitu jelas berbanding julat bagi zarah bercas berat

(20/100)

- (b) Explain the processes involved when photons interact with matter. Differentiate these processes by taking into account low, intermediate and high energy photons.

Terangkan proses-proses yang terlibat apabila foton bersaling tindak dengan jirim. Bezakan proses-proses ini dengan mengambil kira tenaga foton rendah, sederhana dan tinggi.

(40/100)

- (c) Using the Compton relationship
Dengan menggunakan hubungan Compton

$$\begin{aligned} h\nu' &= h\nu / \{1 + \alpha(1 - \cos \theta)\} & \text{where } \alpha &= h\nu/mc^2 \\ h\nu' &= h\nu / \{1 + \alpha(1 - \cos \theta)\} & \text{dengan } \alpha &= h\nu/mc^2 \end{aligned}$$

- (i) Derive an expression for the kinetic energy of the recoil electron.
Terbitkan ungkapan untuk tenaga kinetik bagi elektron sentakan.
- (ii) Calculate the maximum recoil energy that an electron can acquire from an 8 MeV photon?
Hitung tenaga sentakan maksimum yang boleh diperolehi oleh elektron tersebut dari foton bertenaga 8 MeV?
- (iii) At what angle of scatter will an 8 MeV photon lose 95 % of its energy in a Compton scattering?
Berapakah sudut serakan yang boleh menyebabkan foton 8 MeV menghilangkan 95 % daripada tenaganya dalam serakan Compton?

(40/100)

...4/-

3. (a) Describe clearly how a scintillation detector works.
Terangkan dengan jelas bagaimana suatu pengesan sintilasi berfungsi.
 (30/100)
- (b) For a small NaI(Tl) detector exposed to a radioactive source emitting 500 keV and 2 MeV γ -rays, provide an approximate plot of the energy spectrum. Ensure that each feature in the spectrum is labeled with the appropriate values of energy.
Untuk suatu pengesan NaI(Tl) kecil yang didedahkan kepada suatu punca radioaktif yang memancarkan sinar- γ bertenaga 500 keV dan 2 MeV, lakarkan plot spektrum tenaga yang diperolehi. Pastikan setiap ciri dalam spektrum dilabel dengan nilai tenaga yang berpadanan.
 (40/100)
- (c) Consider a simple gas detector system. For such a simple system plot the charge collected as a function of applied voltage from 0 V up to the region where the system functions in the GM mode and explain the features observed at:
Pertimbangkan suatu sistem pengesan gas yang ringkas. Untuk sistem ringkas begini lakarkan cas yang terkumpul sebagai fungsi voltan yang digunakan daripada 0 V sehingga rantau di mana sistem berfungsi dalam mod GM dan terangkan ciri-ciri yang dicerapi pada:
- (i) Zero voltage
Voltan sifar
 - (ii) From just above 0 V to the region before the counter functions in the ionization chamber mode
Dari rantau melampaui sedikit dari 0 V sehingga rantau sebelum pembilang berfungsi dalam mod kebuk pengionan
 - (iii) The ionization chamber region
Rantau kebuk pengionan
 - (iv) The proportional counter region
Rantau pembilang kekadaran

(30/100)

4. (a) Describe three different ways of generating neutrons.
Terangkan tiga kaedah berbeza untuk menjana neutron.
(30/100)
- (b) What is the nuclear reaction with neutrons which occurs in each of the following neutron detectors
Apakah tindak balas nukleus dengan neutron yang berlaku dalam pengesanan neutron berikut
- (i) $^{10}\text{BF}_3$ counter
Pembilang $^{10}\text{BF}_3$
- (ii) ^6Li counter
Pembilang ^6Li
(20/100)
- (c) Fission chambers can be used for detection of either thermal or fast neutrons. Which uranium isotope (^{235}U or ^{238}U) provides for detection of thermal neutrons. Explain your answer.
Kebuk pembelahan boleh digunakan untuk mengesan sama ada neutron terma atau neutron laju. Isotop uranium yang manakah (^{235}U or ^{238}U) yang membenarkan pengesanan neutron terma? Terangkan jawapan anda.
(20/100)

- 6 -

- (d) A sample containing 127 g of ^{23}Na (100% abundance) is exposed to a beam of thermal neutrons at a constant fluence rate of $1.19 \times 10^4 \text{ n/cm}^2\text{s}$. The thermal neutron capture cross section for the reaction $^{23}\text{Na}(n,\gamma)^{24}\text{Na}$ is 0.53 barn.

Suatu sampel yang mengandungi 127 g ^{23}Na (kelimpahan 100 %) didedahkan kepada alur neutron terma pada kadar fluens yang malar bernilai $1.19 \times 10^4 \text{ n/cm}^2\text{s}$. Keratan rentas tawanan neutron terma untuk tindakbalas $^{23}\text{Na}(n,\gamma)^{24}\text{Na}$ ialah 0.53 barn.

- (i) Calculate the saturation activity
Hitung keaktifan tepu.
- (ii) Calculate the ^{24}Na activity in the sample 24 hours after it is placed in the beam.
Hitung keaktifan ^{24}Na dalam sampel 24 jam selepas ianya diletakkan dalam alur neutron.

Given:

Diberi:

Avogadro's No. = 6.023×10^{23} atoms/g-atom

Half-life of ^{24}Na is 15.0 hours

Nombor Avogadro = 6.023×10^{23} atom/g-atom

Separuh-hayat ^{24}Na ialah 15.0 jam

(30/100)

5. Write short notes on the following:
Tulis nota ringkas tentang perkara berikut:

- (a) Energy loss by Bremsstrahlung
Kehilangan tenaga melalui Bremsstrahlung
- (b) Bragg-Kleeman rule
Petua Bragg-Kleeman
- (c) Intrinsic efficiency of a detector
Kecekapan intrinsik untuk sesuatu pengesan
- (d) Dead time of a detector
Masa mati sesuatu pengesan

(100/100)